

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000010029 A**(43) Date of publication of application: **14.01.00**

(51) Int. Cl.

**G02B 26/08**(21) Application number: **11145182**(22) Date of filing: **25.05.99**(30) Priority: **05.06.98 US 98 88239**(71) Applicant: **TEXAS INSTR INC <TI>**

(72) Inventor:  
**LAOR HERZEL  
 PHILLIP A KONGDON  
 DEWA ANDREW S  
 FOREHAND DAVID I  
 KROZIER DAVID A  
 LIN TSEN-HWANG  
 JOHN W OKAT  
 LEO A PRAUF  
 JAMES A SISCO**

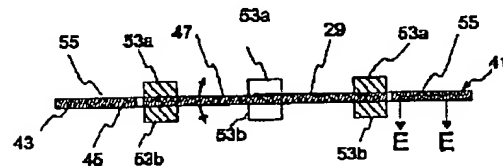
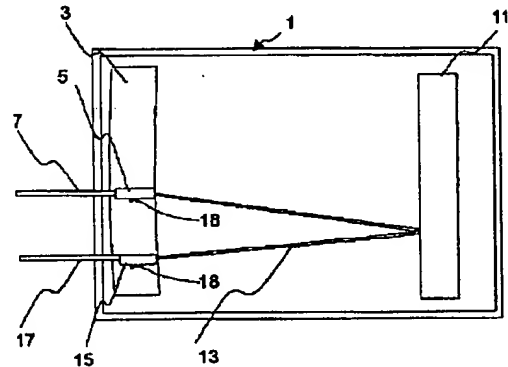
(54) **LIGHT SWITCHING DEVICE**

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a nonelectric light switching unit whose cost is relatively low and whose operation is of a high speed and sure.

**SOLUTION:** This device shows an optical matrix switch station 1 in which plural light switching units 5, 15 are mounted for the purpose of switching a light beam 13 from one optical fiber to another optical fiber and includes a biaxially movable mirror 29 in each unit. A mirror assembly 41 is manufactured from a single substance of silicon and there are a frame part 43, an gymbals 45, a mirror part 47 and a related hinge 55 in the mirror assembly 41. The central mirror surface 29 of the mirror part 47 is directed toward the selected direction by using magnets 53, 54 and a coreless coil. A micromirror assembly package is manufactured by hermetically packaging the movable mirror and related magnets to a header together with a control LED and by attaching the package to a bracket together with the coreless coil and the assembly package is attached to the respective light switching units 5, 15.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-10029  
(P2000-10029A)

(43) 公開日 平成12年 1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 2 B 26/08

識別記号

F I  
G 0 2 B 26/08

テーマコード(参考)

E

審査請求 未請求 請求項の数33 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-145182  
(22) 出願日 平成11年 5月25日 (1999.5.25)  
(31) 優先権主張番号 0 8 8 2 3 9  
(32) 優先日 平成10年 6月 5日 (1998.6.5)  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000879  
テキサス インストルメンツ インコーポ  
レイテッド  
アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース  
セントラルエクスプレスウェイ 13500  
(72) 発明者 ハーゼル ラオアー  
アメリカ合衆国コロラド, ボールダー, ヒ  
ルズデール サークル 2050  
(72) 発明者 フィリップ エイ. コングドン  
アメリカ合衆国テキサス, リチャードソ  
ン, ヨークシャー ドライブ 1705  
(74) 代理人 100066692  
弁理士 浅村 皓 (外 3 名)

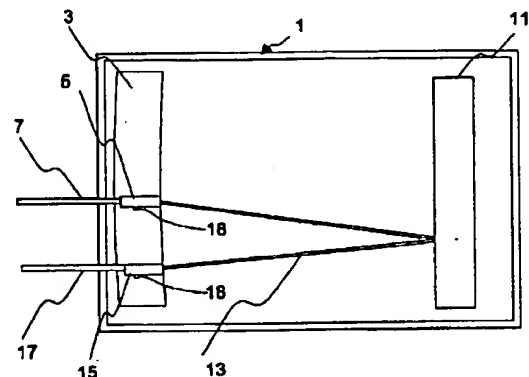
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光スイッチング装置

(57) 【要約】

【課題】 比較的低コストで動作が高速且つ確実な非電  
氣的な光スイッチングユニットを提供すること。

【解決手段】 一つの光ファイバからの光ビーム13を  
他の光ファイバへ切換える目的で、複数の光スイッチユ  
ニット5、15を取付けた光マトリックススイッチステ  
ーション1を示し、各ユニットの中に2軸に可動のミラ  
ー29を含む。シリコン単体からミラー組立体41を作  
り、それにはフレーム部43、ジンバル45、ミラー部  
47および関連するヒンジ55がある。磁石53、54  
および空心コイル89を使ってミラー部47の中央ミラ  
ー面29を選択した方向に向ける。この可動ミラーおよ  
び関連する磁石を制御LED71と共にヘッド81に密  
封パッケージして空心コイル89と共にブラケット85  
に取付けてマイクロミラー組立体パッケージ99を作  
り、各光スイッチユニット5、15に取付ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光スイッチング装置であって、

底壁(81c)および上方に伸びてくぼみ(81a)を形成する側壁を有し、この底壁(81c)から上に離間し、これらの側壁に沿って形成したブラットホーム(81b)を有するヘッダ(81)、

単体材料から作り、平面内に拡がり且つこのブラットホーム(81b)に支持される外フレーム部(43)、このフレーム部(43)にヒンジ結合され且つ第1軸(31)周りにこのフレーム部(43)に対して動き得る中間回転ジンバル部(45)、少なくとも2mの曲率半径に作った反射性上面を有し、第2軸(35)周りにこのジンバル部(45)に対して動くようにこのジンバル部(45)にヒンジ結合された内回転ミラー部(47)、およびこれらの回転部の一つ(45、47)に取付けた少なくとも一つの磁石(53)を有するマイクロミラー(41)、並びにこのミラー部(47)へ向けられた光ビームを選択した方向に反射するために、このジンバル部(45)およびミラー部(47)にこれらの二軸(31、35)に沿って所望の動きをさせるために、この少なくとも一つの磁石(53、54)に選択した力を加えるようにこのミラー組立体(41)に密接して配置した少なくとも一つの電磁コイル組立体(89)、を含む装置。

【請求項2】 請求項1による光スイッチング装置に於いて、上記ジンバル部(45)を上記第1軸(31)に沿って離間した1対のヒンジ(55)によって上記フレーム部(43)にヒンジ結合し、上記ミラー部(47)を上記第2軸(35)に沿って離間した1対のヒンジ(55)によって上記ジンバル部(45)にヒンジ結合した装置。

【請求項3】 請求項1による光スイッチング装置に於いて、上記軸(31、35)が互いに対し90°に配置されている装置。

【請求項4】 請求項1による光スイッチング装置であって、更に、制御信号を与えるために上記フレーム部(43)に取付けた複数の発光ダイオード(71a~71d)を含む装置。

【請求項5】 請求項1による光スイッチング装置であって、更に、上記ジンバル部(45)を駆動運動するために、上記第2軸(35)に沿って上記ジンバル部(45)の離間した位置に配置した1対の磁石(53)、および上記ミラー部(47)を駆動運動するために、上記第1軸(31)に沿って上記ミラー部(47)の離間した位置に配置した1対の磁石(53)を含む装置。

【請求項6】 請求項5による光スイッチング装置に於いて、各磁石がそれぞれのジンバル部(45)およびミラー部(47)の上面に取付けた上磁石(53a)とそれぞれのジンバル部(45)およびミラー部(47)の下面に取付けた下磁石(53b)の組を含み、1組のそ

れぞれの上磁石(53a)および下磁石(53b)が互いに整列している装置。

【請求項7】 請求項1による光スイッチング装置に於いて、少なくとも一つの電磁コイル組立体(89)を上記ヘッダ(81)の上記底壁(81c)と係合して配置し、それぞれのコイル組立体(89)が各離間した磁石位置(53)と整列している装置。

【請求項8】 請求項7による光スイッチング装置に於いて、各コイル組立体がコイルを巻いたスプールを有するボビン(89)およびこのそれぞれのコイルと上記ヘッダ(81)の上記底壁(81c)の間のアルミニウム板部を含み、これらのボビン(89)が、これらのコイルのこの板部から遠い側に、それぞれのコイルに対して熱伝導性の大型ヒートシンク部を有する装置。

【請求項9】 請求項8による光スイッチング装置であって、更に、上記コイル(89)および上記LED(71a~71d)に電気的に接続したフレキシブル回路(87)および熱伝導性材料で作った取付けブラケット(85)を含み、このフレキシブル回路(87)を取付けブラケット(85)上に受け、この取付けブラケット(85)が上記コイル組立体(89)に対して比較的大型であり、上記ヘッダ(81)を、間に上記コイル組立体(89)を挟んで、上記取付けブラケット(85)に取付け、片側に上記ヘッダ(81)並びに反対側に上記フレキシブル回路(87)および取付けブラケット(85)の間に熱伝導性の注封材料(93)を配置した装置。

【請求項10】 請求項5による光スイッチング装置であって、更に、上記磁石(53、54)の励起用にプッシュプル駆動を含む装置。

【請求項11】 請求項1による光スイッチング装置であって、更に、上記ミラー部(47)の下面に取付けた単一磁石(54)を含む装置。

【請求項12】 請求項11による光スイッチング装置であって、更に、上記単一磁石(54)と隣接するが整列せずに離間した複数の電磁コイル組立体(89a~89d)を含む装置。

【請求項13】 請求項1による光スイッチング装置に於いて、上記単体材料がシリコンである装置。

【請求項14】 請求項13による光スイッチング装置に於いて、上記ミラー部(47)が下面を有し、上記上面と下面の両方を研磨し、それによって表面平面度を改善する装置。

【請求項15】 請求項2による光スイッチング装置に於いて、上記フレーム部(43)が上記第1軸(31)の両側に、離間して内方に伸びるストップタブ(63)を有し、上記ジンバル部(45)が、上記ジンバル部(45)のある平面内の運動を制限するために上記ストップタブ(63)の間にぴったりはまる、上記第1軸(31)に沿う延長部(61)を有する装置。

【請求項16】 請求項2による光スイッチング装置に於いて、上記ジンバル部(45)が上記第2軸(35)の両側に、離間して内方に伸びるストップタブ(61)を有し、上記ミラー部(47)が、上記ミラー部(47)のある平面内の運動を制限するために上記ストップタブ(61)の間にびったりはまる、上記第2軸(35)に沿う延長部(63)を有する装置。

【請求項17】 請求項15による光スイッチング装置であって、更に、上記ストップタブ(63)と上記延長部(61)の一つに作り、上記ストップタブ(63)と  
10 上記延長部(61)の他の方へ伸びる突起(65)を含む装置。

【請求項18】 請求項16による光スイッチング装置であって、更に、上記ストップタブ(61)と上記延長部(63)の一つに作り、上記ストップタブ(61)と  
上記延長部(63)の他の方へ伸びる突起(65)を含む装置。

【請求項19】 請求項1による光スイッチング装置に於いて、上記ヘッダ(81)がセラミックであり、上記ヘッダ(81)にガラス窓(83)を取付けて上記くぼみ(81a)を覆い、このガラス窓(83)を気密シールを形成するインジウムで取付けて上記くぼみ(81a)の中に選択した雰囲気を開閉めた装置。  
20

【請求項20】 請求項1による光スイッチング装置であって、更に、熱伝導性材料で作った取付けブラケット(85)を含み、上記ヘッダ(81)をこのブラケット(85)上に取付け、このブラケット(85)に、互いに交差するそれぞれの平面にある1対の離間した表面(105、107)を有する第1部分が作られていて、底壁(16)を有するパッケージを含み、この底壁(16)は、1対の相補の離間した表面(101、103)を有する第2部分が作られている、上方に伸びる取付けパッドを有し、この第1部分および第2部分の一つが凹の揺りかごを形成し、この第1部分および第2部分の他がこの揺りかごで受けられる凸の隆起を形成し、この第1部分および第2部分を互いに固定する装置。

【請求項21】 請求項1による光スイッチング装置に於いて、上記第1部分の離間した表面の中間に上記ブラケット(85)を貫通する孔(111)を作り、上記第2部分の上記対の相補の離間した表面(101、103)の間にねじ孔(16a)を作り、これらの部分を、上記ブラケット(85)の孔(111)を通して受け且つこのねじ孔(16a)にねじ込んだねじ部材(113)によって一緒に固定する装置。  
40

【請求項22】 光スイッチング装置であって、底壁(81c)および上方に伸びてくぼみ(81a)を形成する側壁を有し、この底壁(81c)から上に離間し、これらの側壁に沿って形成したプラットホーム(81b)を有するヘッダ(81)、  
単体材料から作り、平面内に拡がり且つこのプラットホ  
50

ーム(81b)に支持される外フレーム部(43)、このフレーム部(43)にヒンジ結合され且つ第1軸(31)周りにこのフレーム部(43)に対して動き得る中間回転ジンバル部(45)、反射性上面(29)を有し、第2軸(35)周りにこのジンバル部(45)に対して動くようにこのジンバル部(45)にヒンジ結合された内回転ミラー部(47)、およびこれらの回転部の一つに取付けた少なくとも一つの磁石(53、54)を有するマイクロミラー(41)、並びにこのミラー部(47)へ向けられた光ビームを選択した方向に反射するために、このジンバル部(45)およびミラー部(47)にこれらの二軸(31、35)に沿って所望の動きをさせるために、この少なくとも一つの磁石(53、54)に選択した力を加えるようにこのミラー組立体(41)に密接して配置した少なくとも一つの電磁コイル組立体(89)、を含む装置。

【請求項23】 可動ミラーを作るための方法であって、一片のシリコンを採って、外フレーム部(43)、このフレーム部(43)にヒンジ(55)によって結合された中間ジンバル部(45)およびこのジンバル部(45)にヒンジ(55)によって結合された内ミラー部(47)を作る工程、このミラー部(47)をそれぞれのヒンジ(55)の両側の位置でジンバル部(45)に取付ける工程、この片がある平面でのそれぞれの部分の運動を防ぐために、このジンバル部(45)それぞれのヒンジ(55)の両側の位置でフレーム部(43)に取付ける工程、並びに使用する前の選択した何れかの時点で各位置でのこの取付けを切離す工程を含む方法。

【請求項24】 光ビーム(13)を発生源から光受容器の何れか一つへ伝送するための光ビームスイッチングシステムであって、  
光ビーム(13)を集束し且つこの光ビーム(13)を選択した光路に沿って向けるための集束レンズ、この選択した光路に取付けた第1可動ミラー(29)、複数の第2可動ミラーおよび複数の光受容器、並びにこの第1可動ミラーを動かして光ビーム(13)を何れかの選択した第2ミラーへ向けるための、およびこの選択した可動ミラーを動かして光ビーム(13)を選択した光受容器へ向け、この光ビーム(13)を集束レンズから選択した光受容器へ伝送するための制御装置(100)、を含むシステム。

【請求項25】 請求項24による光ビームスイッチングシステムに於いて、各光受容器に関連する第2可動ミラーと受光関係に取付けたシステム。

【請求項26】 請求項24による光ビームスイッチングシステムであって、更に、上記受容器への光ビーム(13)の伝送損を最少にするように可動ミラー(29)の位置を調整するために上記制御装置(100)へフィードバック信号を与えるために各可動ミラー(29)に隣接して配置した放射線放し器(71)を含むシ  
9

ステム。

【請求項27】 請求項24による光ビームスイッチングシステムに於いて、各光受容器が縦軸を有する光ファイバ(17)の端であり、上記光ビーム(13)を上記選択した光受容器の縦軸と一致する光路に沿って向けるために、上記可動ミラー(29)の位置を調整するシステム。

【請求項28】 請求項27による光ビームスイッチングシステムに於いて、上記集束レンズおよび上記第1可動ミラー(29)をハウジング(15)内に取付け、各第2可動ミラーおよび関連する光ファイバをそれぞれ別のハウジング内に取付けたシステム。

【請求項29】 請求項29による光ビームスイッチングシステムであって、更に、上記光ビーム(13)の上記光路を折返すために各ハウジング(15)に固定ミラー(25)を含むシステム。

【請求項30】 請求項24による光ビームスイッチングシステムに於いて、上記可動ミラー(29)が少なくとも一つの回転軸の周りに可動であるシステム。

【請求項31】 請求項24による光ビームスイッチングシステムに於いて、上記可動ミラー(29)が二つの回転軸の周りに可動であるシステム。

【請求項32】 請求項31による光ビームスイッチングシステムに於いて、上記二つの軸を互いに対して90°に配置したシステム。

【請求項33】 第1光ファイバ(17)からの光ビーム(13)を光ファイバのグループの何れか他の選択した光ファイバ(7)へ切換えるための光ビームスイッチングシステムであって、  
各々光ファイバ(7、17)の端部を受けるためのハウジングを有する複数の光スイッチユニット(5、15)、および各ハウジングにそれぞれの光ファイバ(7、17)と整列して取付けた固定取付けミラー(25)で、この光ファイバ(7、17)を通して伝送した光ビーム(13)をこのハウジングにこの固定取付けミラー(25)と離間した関係に取付けたミラー組立体(41)の方へ反射するためのミラーを含み、このミラー組立体(41)が少なくとも一つの軸(31、35)の周りに可動な部分を有する単体構成の部材を含むシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【関連出願】 1998年6月5日に提出した米国特許仮出願第60/088,239号からの利益を主張する。

【0002】

【発明の属する技術分野】 この発明は、一般的には光スイッチングに関し、更に詳しくは、レーザ通信信号の非電氣的スイッチングに関する。

【0003】

【従来の技術】 近年、光ファイバが多種多様な用途に広

く使われるようになってきており、そこでは光信号をそのようなファイバで伝達し、光スイッチによって一つのファイバから他のファイバへ切換える。従来の光スイッチは、一般的にファイバ位置決め手段、整列信号放出手段および相互連絡コンピュータ制御手段を含む。ファイバ位置決め手段は、各ファイバの端近くに設けて、一つのファイバグループの中の与えられたファイバの端をもう一つのファイバグループの中の与えられたファイバの端の方に向け、それらの間の光伝送を切換える。整列信号放出手段は、各ファイバの端近くにそれと所定の離間した関係に設け、例えば、米国特許第4,512,036号および第5,177,348号に示すように、ファイバグループの中の選択したファイバの端を、それらの間の光伝送を切換えるために、整列するとき、このファイバ位置決め手段を制御する際に受け且つ使用するための整列信号を出す。この手法は、各整列可能ファイバに対する可成りの複雑さと整列手段の重複を要求する。この複雑さと重複を軽減し、実施コストを減らすことは勿論、スイッチング速度を増すことが非常に望ましいだろう。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、上記の先行技術の限界を克服する光スイッチを提供することである。この発明のもう一つの目的は、比較的低コストで動作が高速且つ確実な光スイッチングユニットを提供することである

【0005】

【課題を解決するための手段】 手短に言って、この発明によれば、改良した光伝送スイッチが、関連する電磁コイルと共にパッケージで取付け、且つ好ましくは駆動信号とLED信号の両方をワイヤリングハーネスから供給する制御LEDを含む、マイクロ電気機械的(以下MEM)可動ミラー組立体を使用する。以下に説明する好適実施例は、寿命を永くするために無機材料を使用する密封パッケージに関するが、しかし、他の寿命の短い用途のためには有機材料を含むユニットを作ることができる。

【0006】

【発明の実施の形態】 このパッケージは、セラミックのような適当な材料のLEDリードフレームを含み、それにこの制御システムが使用するLEDを取付け、回路装置は勿論この可動ミラーがこれらのLEDをそれらのパッケージ端末へ電氣的に接続することをねらう。以下に議論するように、これらのLEDは、アレーの何れか二つのミラーが光ビームを互いで正確に反射してこの光ビームを完全にこれらのミラーの反射面上に集束し、そのようにしてこの切換え接続の反射プロセスでビームのエネルギーを何も損失しないようにするよう、可動ミラーの位置を制御するための信号を与える。これらのLEDは、従来の技術を使ってリードフレームにダイおよび

ワイヤボンドする。これらのLEDは、対角線対に引いた線が、可動ミラーの参照するリードフレーム上の選択した位置を通過するように位置付ける。以下に説明するミラー組立体をリードフレームに取付け、ミラーの運動を適正に制御するためにミラーを互いに対して正確に位置付けるために、ミラー部の中心がこのリードフレームの選択した位置と一致するようにする。このミラー組立体およびリードフレームをセラミックのような適当な材料のヘッダに取付け、次にそれを駆動手段およびワイヤリングハーネスと共にブラケットに取付ける。このパッケージをハウジングで受け、その中に光ファイバを受け且つその中にこのファイバからの光信号を可動ミラーへ反射するためにこのファイバと整列してもう一つのミラーを配置する。

【0007】MEMマイクロミラーは、現在、ミラーを静電駆動によって単一軸の周りに回転するデジタル・マイクロミラー・ディスプレイ（DMD）装置を作るために使用する。本発明のミラーは、2軸運動をもたらす、磁氣的に駆動するのが好ましい。このマイクロミラーは、シリコンのような結晶材料の単体から作るのが好ましく、二組のヒンジによって結合された三つの部分を有する。内側部分がこのミラーを形成する。ヒンジ対の一つ、即ち、このミラー部の二つの対向する側の各々に一つずつあるヒンジがこのミラー部とこのミラー部を囲む中間ジンバル部とを結ぶ。これは、ミラー部がジンバル部の周りに回転できるようにし、回転の第1軸を形成する。第2組のヒンジがこのジンバル部とフレーム部を結び、第1組のヒンジを通る線に対して90°に配置した線上に二つの対向する側の各々に一つずつある。これは、ミラーを保持するジンバル部がフレーム部の周りに回転できるようにし、回転の第2軸を形成する。

【0008】2対の磁石を各回転軸の一つずつ使ってミラー部を動かし、この単体の片面に取付けてミラー組立体を作る。第1対の磁石を適当な手段によってこのミラー組立体のミラー部に取付け、ミラー／ジンバル部の組のヒンジを通る線に対して90°の線の二つの対向する側の各々に一つずつ設ける。磁氣的に刺激すると、このミラー部は、ミラー／ジンバル部の組のヒンジの周りに回転し、運動の第1軸を形成する。第2対の磁石をこのミラー組立体のジンバル部に適当に取付け、ジンバル／フレーム部の組のヒンジを通る線に対して90°の線の二つの対向する側の各々に一つずつ設ける。磁氣的に刺激すると、このミラーおよびジンバル部は、第2組のヒンジの周りに回転し、運動の第2軸を形成する。

【0009】この発明の特徴によれば、追加の磁石を各磁石位置に設け、極を互いに対抗関係にし、ミラー組立体の反対の面に配置してこの磁石組立体のヒンジ中心線に対する磁石の重量のバランスをとり、極端な衝撃またはその他の条件下での望まない動揺をなくする。

【0010】修正した実施例によれば、単一磁石を、ミ

ラーの役をする面と反対の面上に、このミラー部の中心に位置付けて利用することができる。

【0011】この発明のもう一つの特徴によれば、二つの回転軸が示す平面に配置した運動ストッパをこのミラー組立体に各ヒンジ位置で追加して運動を制限し、それによってヒンジの破損を防ぐ。二つの回転軸が示す平面に、ミラー部からジンバル部へおよびジンバル部からフレーム部へ伸びるタブを作って初期製造中の回転を防ぐのが好ましい。最終組立の前の何時か、レーザまたはその他の適当な切断手段がこれらのタブを、好ましくは各それぞれのヒンジ軸に垂直に、切離して自由な回転ができるようにする。

【0012】劣化せずに長期に亘って作用させるためには、湿気を閉出し、マイクロミラーの作動に好適な雰囲気を与えることを可能にするために、ミラー組立体をパッケージの空洞に密封して組立てるのが好ましい。この空洞は、熱伝達を良くし、もし望むなら、このマイクロミラーに時が経つにつれて悪影響する酸素またはその他のガスを排除するために、選択したガスを詰めることができる。この密封パッケージは、ヘッダを含み、その中に空洞が作られていて、それがLED電気接続ピン用の密封ピンを含む。この空洞の上に後に窓を取付けるために、この空洞の周りに伸びるヘッダの周辺封止面にインジウムまたは適当な無機封止材料を塗る。インジウムを使うことは、封止温度が誘起する応力および窓の歪みを避けるために、封止を室温で出来るようにする。インジウムまたはその他の無機取付け材料は、この密封パッケージの本体空洞内の全ての品目の組立にだけ使用し、望ましくない長期の有機ガス放出またはその他の類似の問題を避ける。

【0013】もう一つの特徴によれば、この窓を僅かな角度、例えば6°傾けて、望まない迷光を所望の光路から逸らす。

【0014】LEDおよびミラー組立体を含む、上に説明したリードフレームをこの空洞内のプラットホーム上の本体内に置き、それに取付ける。組立中のミラーおよびジンバル部の回転を防ぐためのタブは、上に説明したように、もう解放してもよい。この本体空洞を、好ましくは、反射防止被膜で処理したガラス窓で封止する。

【0015】空心コイル駆動組立体を使用し、好ましくは、ミラー磁石を駆動するためにプッシュプル装置を使ってこのミラー部をその2軸で所望の方向に回転する。ボビン上に巻いた銅線を含む四つの空心コイル組立体を取付けブラケットに取付け、フレキシブル回路ハーネスを付け、およびこのミラー組立体と整列する。空心コイルのリード線をこのフレキシブル回路ハーネスに半田付けし、好みミラー組立体を駆動するための空心コイルとそれらのプッシュプル装置のシステム電気制御を可能にする。これらの空心コイルボビンは、アルミニウムまたはその他の過電流発生材料で作られ、望まない揺動を防ぐた

めに、このミラー組立体の可動部の過電流減衰を可能にするために、ボビンの上と底に十分な量のアルミニウムを設ける。過熱およびミラー位置制御喪失を避けるために、空心コイルボビンは、アルミニウムのような高伝熱材料で作る。これらのボビンは、空心コイルに対して大型である。この取付けブラケットは、ボビンに対して大型であり、やはりアルミニウムのような高伝熱材料で作る。このブラケットは、光ユニットハウジングと密着し、次にそのハウジングは、顧客のシステムの最終放熱体と密着する。

【0016】更にもう一つの特徴によれば、これらの空心コイルボビンは、それらをブラケットに取付けるときにフレキシブル回路ハーネスを付け、後のこのフレキシブル回路のブラケットへの配置および組立を容易にする。このヘッド組立体のLEDピンをこのフレキシブル回路ハーネス上の適当なパッドに半田付する。この点で、このマイクロミラーを完全に試験できる。次に、ヘッド組立体を回転して取付ブラケットと整列し、このヘッド組立体を取付けブラケットに固定することによって合同する。次に空心コイルの周りの空き領域を熱伝導性材料で埋めて最適の組立体剛性および改良した熱伝達を保証する。本発明のその他の目的および利点は、以下の説明から明白だろう。

【0017】

【実施例】本発明およびその更なる利点をより完全に理解するために、次に図面に関連する好適実施例の以下の詳細な説明を参照する。

【0018】図1は、複数の平行に伸びる光スイッチユニット5および15を含むマトリックス光スイッチステーションのレイアウトを示し、例示のためにユニットを二つ示すが、望み通りに幾つでも設けることができる。これらのスイッチユニットは、ハウジング1に固定した光スイッチミラー11と整列するようにフレーム3に取付ける。光ファイバケーブル17の端部をハウジング15内の選択した固定位置に取付け、光ファイバケーブル7を同様に光スイッチ5のハウジングの中に固着する。光信号13をケーブル17の中を伝送し、光スイッチユニット15によって、光スイッチミラー11から光信号13を反射することにより、光スイッチ5のようなもう一つの選択した光スイッチユニットへ向け、そのユニットが光信号13をケーブル7の中へ向ける。

【0019】単一可動ミラーによって制御する光ビームが、このビームの目標位置で変る入射角で種々の目標位置へ入る。このシステムに二つの可動ミラーを使うことは、縦軸上に放射された光ビームが第1可動ミラーによって任意の角度で反射され、このビームの入射角が変化しても不変の所定の縦軸上の第2可動ミラーを出ることができる。光ビーム用に所定の軸を維持することによって、二つの可動ミラーを使うことが光スイッチ用に使用するレンズを単純化するように作用する。

【0020】この光信号は、光ユニットによって伝送損を最少にするように最適化する。図2で分るように、光ケーブル17が伝送する光ビーム13を光スイッチ15内に取付けた固定ミラー25によって、実線でその中間または中立非駆動位置を示す可動ミラー29の方へ反射する。ミラー29は、対向する両極端29'、29"の間を動き得て、光ビーム13は、対応して、それぞれ、13'、13"へ反射される。

【0021】この第1可動ミラー29は、光路を作るために目標位置を選択する。可動ミラー29は、光ビーム13を第2ユニット上の可動ミラーへ向けることによって、光接続を作るために複数の光スイッチユニットの何れか一つを選択できる。光ビーム13は、第2可動ミラーに向かって進むときに、このビームの入射角に基づく角度で再び反射される。第2可動ミラーを操作することによって、このビームの入射角は、光が第2光スイッチユニットの縦軸上に反射されるように、変えることができる。

【0022】第1可動ミラー29に隣接してアレー状に取付けたLEDは、以下に開示するように、検出器18が検出する放射線を出す。第1可動ミラーに関連するアレーのLEDからの放射線は、もう一つの選択したファイバの放射線案内で受け、制御装置100(図13)によって個々に測定する。この選択したファイバに関連する可動ミラーの位置は、上記の米国特許第5,177,348号に可動ファイバ端に関連して記載されているように、各LEDから受けた放射線と第1ミラーからのものがほぼ等しくなるまで調整する。

【0023】図2に示すミラーの運動は、一つの平面内の運動を示すが、第2平面のミラーの運動もこのスイッチの動作に含み、以下に説明する。

【0024】ミラー組立体41(図3)は、シリコンのような結晶材料の単体から作るのが好ましく、開口を形成する外フレーム部43を設けるためにエッチングし、その開口の中に中間環状ジンバル部45を第1軸31に沿う対向ヒンジ位置55で取付ける。中央にミラー29が位置する、内部中央に配置したミラー部47を、第1軸から90°の第2軸35上のヒンジ部55でジンバル部45に取付ける。ミラー29は、その上面に鏡面を作るために適当に研磨し、好ましくは、その下面も、例えば、100ミクロンのオーダのこのシート材料の厚さのために他の方法ではある程度の反りを生じることがある、この材料の応力を防ぐために、同様に研磨する。

【0025】第1対の永久磁石53を第2軸に沿ってジンバル部45に取付け、第2対の永久磁石53をミラー部47から第1軸に沿って外方に伸びる延長部51に取付ける。質量を二つの回転軸の周りに対称に分布し、それによって衝撃および振動下での動揺を防ぐために、各永久磁石53は、図4ないし図7に示すように、インジウム接着のような従来の取付け法を使ってミラー組立体



41の上面に取付けた上磁石53aと、同様にこのミラー組立体の下面に取付けた、整列した下磁石53bの組を含むのが好ましい。各組の磁石は、図6に示すN/S極配置のように、直列に配置する。4組の磁石には、所望の磁気特性に依って使える幾つかの可能な配置があり、例えば、全ての同極を上、または2組の同極を上、2組の同極を下、または3組の同極を上、1組の同極を下にする。

【0026】ジンバル部45をヒンジ55によってフレーム部43に取付けることによって、第1軸31周りのジンバル部45の運動がもたらされ、ミラー部47をヒンジ55を介してジンバル部45に取付けることによって、第2軸35周りにこのジンバル部に対するミラー部の運動が得られ、それによってミラー部47の二つの異なる軸に沿う、独立の、選択した運動が可能になる。

【0027】ミラー組立体41の中間または中立位置を、図3の線A-Aによるこの組立体の断面図である図4に示す。ジンバル部45および/またはフレーム部43と独立の、軸35周りのミラー部47の回転を図5に矢印で表すように示す。図6は、図4に示すのと類似の、ミラー組立体41の中間位置を示すが、図3の線B-Bによる。フレーム部43と独立の軸31周りのジンバル部45およびミラー部47の回転を図7に矢印で表すように示す。上記の二つの軸周りのミラー部47のミラー29の独立の回転は、光スイッチユニットが必要とする通り光ビーム13の向きを可能にする。

【0028】ヒンジ55を出荷および輸送中の面内衝撃から保護するために、図4の線E-Eによる拡大断面図である図8および図9に最も良く示すように、この発明の随意的機能に従ってストッパ57を設ける。この点で、このミラー組立体の厚さは100ミクロンのオーダーであるが、ヒンジ55の幅は10ミクロンのオーダーであり、そのためにこの組立体の表面に垂直方向に強い強度が得られることに注意すべきである。このヒンジの軸、即ち軸31に90°の過度の面内運動に対して保護するために、ジンバル部45上の協同面61およびフレーム部43上の協同面63を各ヒンジ55の両側に作り、一般的に軸31に平行に伸びる。面61および63は、選択した距離、例えば、例として10ミクロン、離間している。面内運動を少なくするために、面63から面61の方へ伸びる突起65を5ミクロン程の任意に選択した距離に作る。もし望むなら、そのような突起を面63にではなく61に作れることが分るだろう。軸35に関するヒンジ55の面内運動から保護するために、類似のストッパをミラーおよびジンバルに設ける。

【0029】この発明のもう一つの随意的機能によれば、各ヒンジに関連するロックダウンタブを設ける。そのようなヒンジ55の一つを示す例である図10で分るように、橋絡部67がジンバル部45からフレーム部43へ伸び、二つの部分を一緒にロックしてヒンジ55を

全ての普通の製造応力から孤立させる。適当な製造段階で、この橋絡部67を切って図11に示すように隙間を設け、それがジンバル部45のヒンジ55周りのフレーム部43に対する正常な回転を可能にする。これは、全てのヒンジに対する適当な応力保護をもたらす、製造歩留をかなり改善する。

【0030】図3を参照して、延長部51は、横に伸びるタブ51aを備えるのが好ましく、それは組立中にミラー部を締付け、それによって付加的応力保護を与えるために使うことができる。

【0031】可動ミラー組立体41は、図12ないし図16に示すミラー組立体パッケージの一部を形成するヘッダ81の空洞81aで受ける。ヘッダ81は、何か適当な材料、例えば、密封パッケージの場合はセラミック、密封が必要ない場合はプラスチックで作り、ミラー組立体41のフレーム部43を受ける空洞81a内に作った、周辺に伸びる棚81bを有する。底壁81cは、棚81bから離間し、ジンバル部45およびミラー部47が運動するための隙間を与える。くぼみ81dが底壁81cに各組の磁石53と整列して作られ、下磁石53bのための運動隙間を与える。くぼみ81dの開口の大きさは、これらの磁石の適当な運動を許す限り出来るだけ小さく維持し、壁81eを実行可能な限り薄く、例えば125ミクロンにすることを容易にする。

【0032】これらの磁石のための磁石駆動装置は、各々ボビンに巻いた、四つの空心コイル89（二つを図15ないし図16に示す）を含み、次にそれらを取付けブラケット85上に取付け、それぞれのくぼみ81dおよび磁石53と整列する。このボビンおよびブラケットは、熱伝達、磁気減衰、および強度のよい適当な材料、例えばアルミニウムで作る。これらの空心コイルは、銅のような高電気伝導度の材料を使って巻く。このボビンは、最少の電力を使って全ミラー回転を得るために、空心コイルが出来るだけ、例えば、200ミクロンに、磁石53に近づくように、空心コイルがボビン89の上端89aに最も近く配置されている。

【0033】電気ワイヤリングハーネス87をこのマイクロミラー組立体パッケージ99への必要な電気接続のために設け、制御システム（図13に100で示す）への接続のために一端にコネクタ95を取付けた、長いフレキシブル回路87を含む。反対端に開口87bを作り、その中にボビン89を受ける。コイルリード線97を、図15ないし図16に示すように、このフレキシブル回路上の適当なトレースに取付ける。複数のダイオードピン79を棚81bに設けた孔に取付け、この棚の上下に伸びる。これらのダイオードピンの上部をリード線77によってそれぞれの導電パッド75a~75h（図12参照）へ接続し、下端で電気ハーネス87上のそれぞれのトレースに接続する。LED71a~71dを従来の半導体技術に従って基板75上に組立て、上に議論



したハーネス上のトレースによって電力を供給する。LED71a~71dは、光学ユニット検知制御システム100を使って光ビーム13を向けるために使えるように配置する。この制御システムは、上に議論したように、米国特許第5,177,348号に記載されているものと類似でもよい。

【0034】一旦ダイオードピン79への電気接続をすると、窓83をヘッダ81の開放側に取付けて空洞81aを閉じる。この空洞81aの閉鎖は、窓封止材料としてインジウムを使い、ヘッダ81に対するダイオードピン79にガラス封着または類似の封着を使うような、既知の技術を使うことによって気密シールであるように出来る。もし望むなら、窒素のような保護雰囲気空腔内に閉込めてもよい。この窓は、最少の損失で光信号13の伝達出来る適当な材料製で、不必要な迷光を逸らせるために、ミラー組立体が位置する平面に対して約6°傾斜しているのが好ましい。これに関して、ジンバル部45とミラー部47の間の間隔は、不必要な迷光を避けるために十分大きく維持する。

【0035】ダイオードピン79とハーネス87の間の電気接続を為し、全ての電気接続を完了してから、ヘッダ81と上に説明したその内部部品全てを取付けブラケット85およびその部品と整列し、熱伝導性の、強い注封材料93で適所で注封してこのマイクロミラー組立体パッケージ99を完成する。

【0036】特に図17を参照して、マイクロミラー組立体パッケージ99を、取付けブラケット85の協同整合面およびスイッチユニット15の壁16の一部を利用して、光スイッチユニット15の中に正確に取付け且つ方向を合わせる。取付けブラケット85上に幾らか凸の形状を形成する第1の対向するテーパ面107および105が、このスイッチユニットの底壁16上に、それぞれ、幾らか凹の、または揺りかごの形状を形成する第2の対向するテーパ面103および101とそれぞれ協同する。取付けボルト113をブラケット85の孔111および底壁16の揺りかごのねじ孔16aを通して受け、マイクロミラー組立体パッケージ99を光スイッチユニット15内に固着する。これらの協同する対向面が2平面での正確な整合をもたらす、一方ボルト113並びにその対応するブラケット85の孔111および壁16のねじ孔16aが第3平面での整合をもたらす。

【0037】代替実施例を図18に示し、それでは1個の永久磁石54がミラー部47の下側の中央にある。空心コイル89a~89dは、図3ないし図12の実施例と同じ位置に示し、この永久磁石の磁界とコイルが協同して、望む通りに各軸31および35に沿うミラー部の運動を生ずるための適当な磁界を作るように独立に出ることが出来る。四つの空心コイルを示すが、もし望むなら、三つの空心コイルを使って所望の磁界を作ることが出来る。

【0038】この発明をその特定の好適実施例に関して説明したが、変形および修正が当業者には明白となる。例えば、磁石および空心コイルの上に説明した以外の位置は、適当な電流を制御装置100によってこれらの空心コイルへ加えてジンバル支持ミラーを所望の方向へ動かせる限り、使用できる。この点で、図示する4コイル配置に関連して、制御装置100でのプッシュプル駆動が好ましい。更に、永久磁石を可動ミラー組立体に取付けて示すが、もし望むなら、この組立体に永久磁石ではなくて磁性材料を付けて、ミラー面に垂直に成極してもよいことが分るだろう。従って、前記の請求項を先行技術を考慮して出来るだけ広く解釈してそのような変形および修正を全て含めるのがこの意図である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】二つの光スイッチングユニットを示す光スイッチングステーションの概略図である。

【図2】図1に示す光スイッチングユニットの一つの概略図である。

【図3】図2のスイッチユニットの使用するミラー組立体の平面図である。

【図4】図3の線A-Aによる断面図である。

【図5】図4に類似する図であるが、ミラー組立体のミラー部の回転を示す。

【図6】図3の線B-Bによる断面図である。

【図7】図6に類似する図であるが、ミラー組立体のジンバル部の回転を示す。

【図8】図4の線E-Eによる拡大断面図で、ヒンジおよび面内運動ストッパを示す。

【図9】図8の拡大破断図で、面内ストッパの一部を示す。

【図10】図4の線E-Eによる断面平面図で、製造中に使用する、回転を止めるための随意のロックダウンタブを備えるヒンジを示す。

【図11】図10に類似する図で、回転を可能にするために切離したロックダウンタブを示す。

【図12】この発明に従って作った光スイッチパッケージの平面図である。

【図13】図12の線C-Cによる断面図である。

【図14】図13に類似する図で、ミラー組立体のミラー一部の回転を示す。

【図15】図12の線D-Dによる断面図である。

【図16】図15に類似する図であるが、ミラー組立体のジンバル部の回転を示す。

【図17】光スイッチングユニットパッケージのハウジングの底壁および取付けブラケットの一部の断面、破断分解図である。

【図18】光スイッチユニットの修正形の、説明のためにある部分を除去した、平面図である。

【図19】図18の線F-Fによる、光スイッチユニットの上部の断面図である。

15

16

【図20】図19に類似する図であるが、修正したミラー組立体のミラー部の回転を示す。

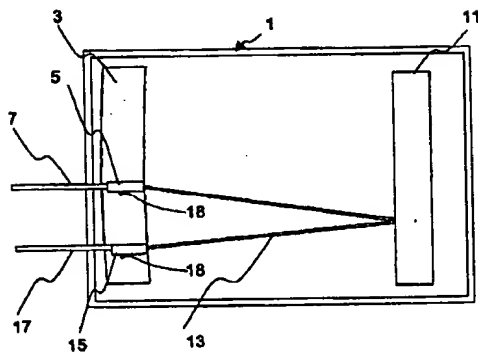
【符号の説明】

- 5 光スイッチユニット
- 7 光ファイバ
- 13 光ビーム
- 15 光スイッチユニット
- 16 底壁
- 16a ねじ孔
- 17 光ファイバ
- 25 固定ミラー
- 29 可動ミラー
- 31 第1軸
- 35 第2軸
- 41 マイクロミラー（組立体）
- 43 フレーム部
- 45 ジンバル部
- 47 ミラー部
- 53 磁石
- 53a 上磁石
- 53b 下磁石

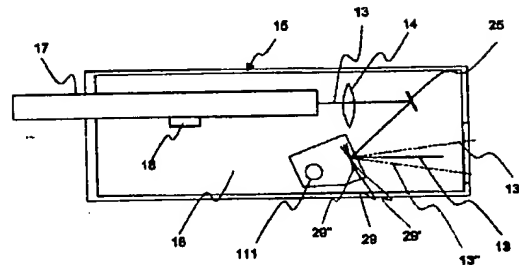
- 54 磁石
- 55 ヒンジ
- 61 延長部
- 63 ストップタブ
- 65 突起
- 71 LED
- 81 ヘッダ
- 81a くぼみ
- 81b プラットホーム
- 81c 底壁
- 83 ガラス窓
- 85 ブラケット
- 87 フレキシブル回路
- 89 コイル組立体、ボビン
- 93 注封材料
- 100 制御装置
- 101, 103, 105, 107 表面
- 111 孔
- 113 ねじ部材

20

【図1】

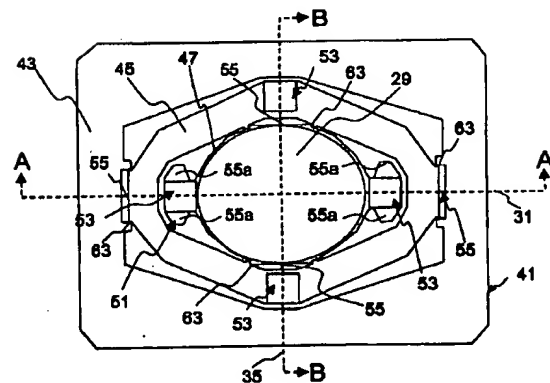
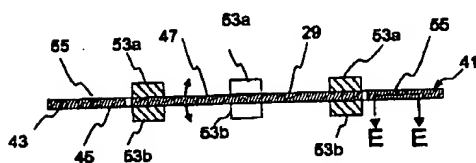


【図2】

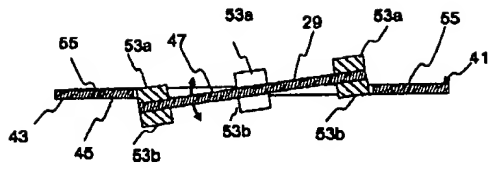


【図3】

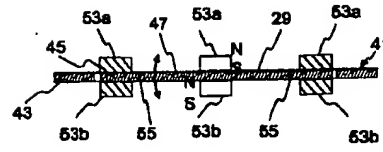
【図4】



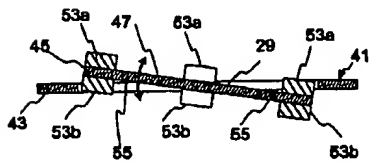
【図5】



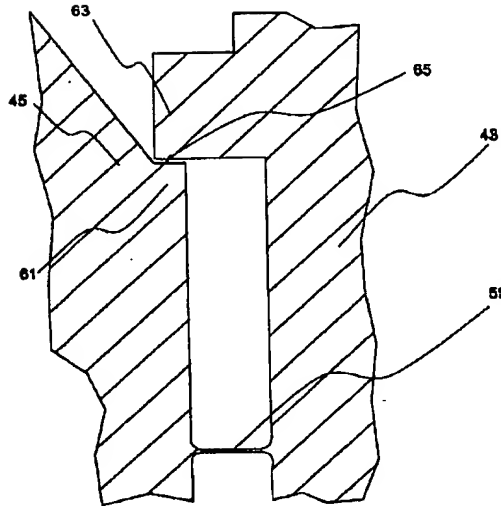
【図6】



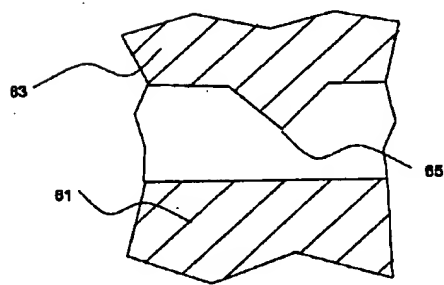
【図7】



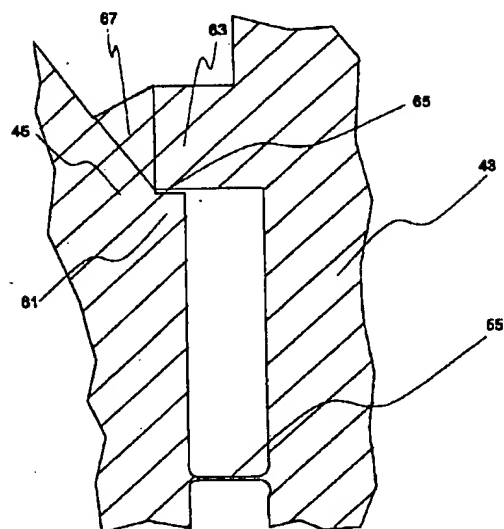
【図8】



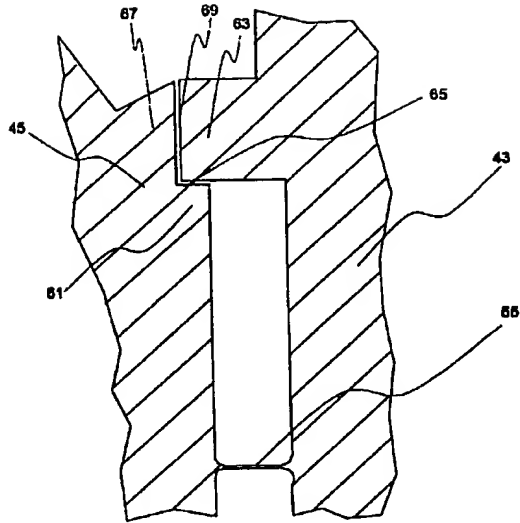
【図9】



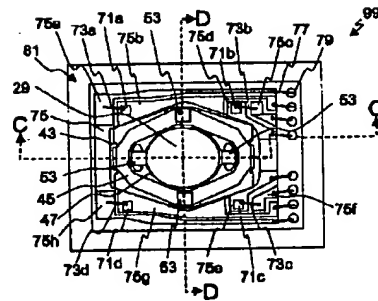
【図10】



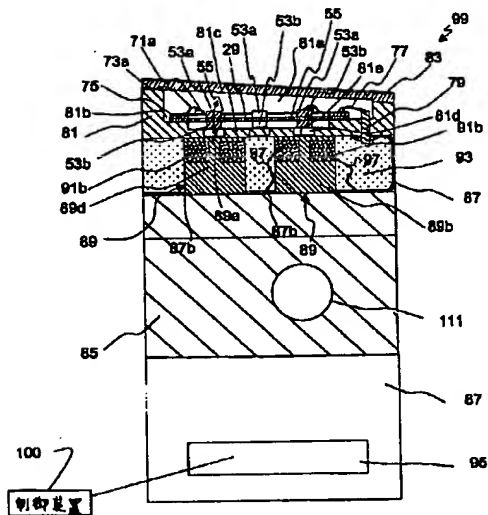
【図11】



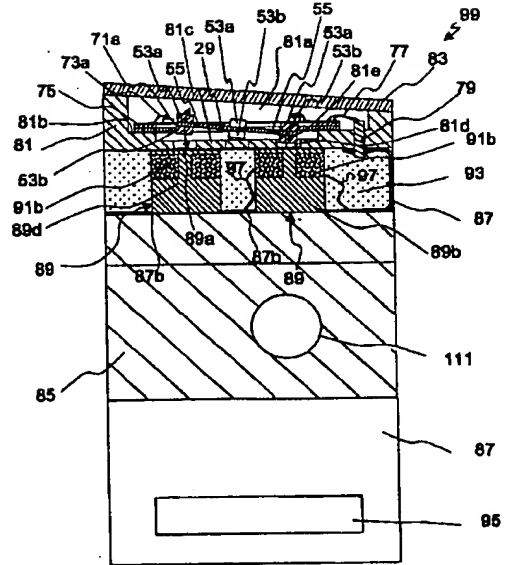
【図12】



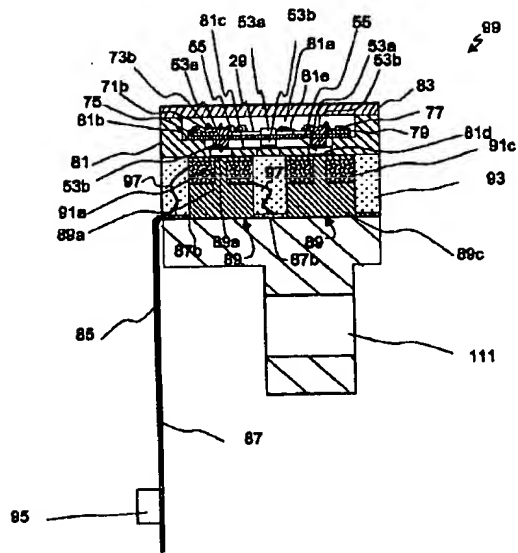
【図13】



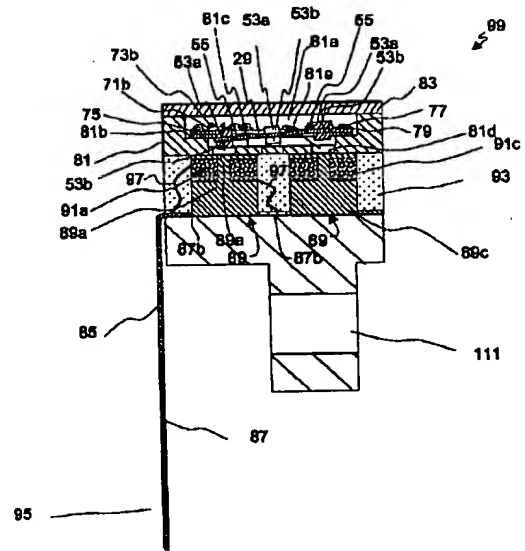
【図14】



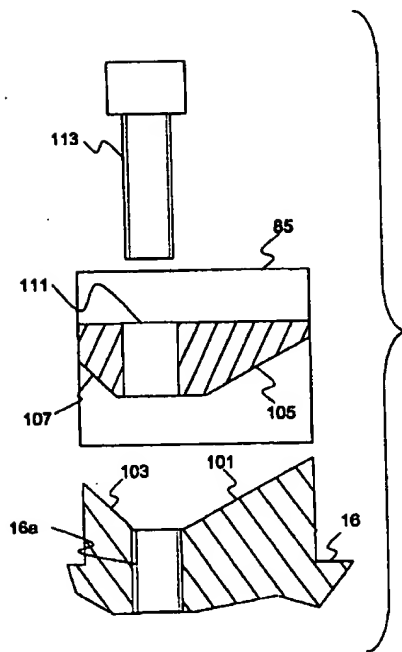
【図15】



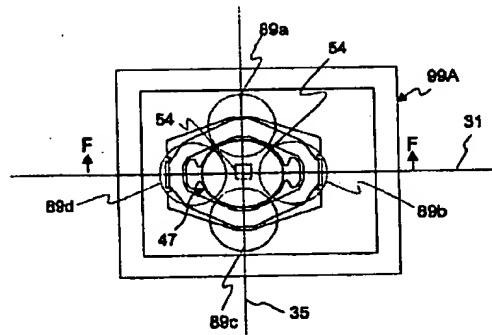
【図16】



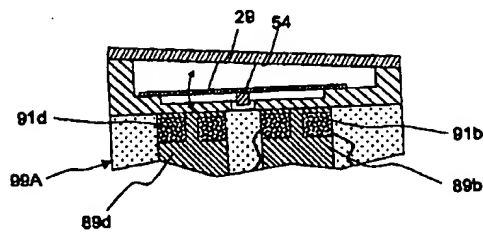
【図17】



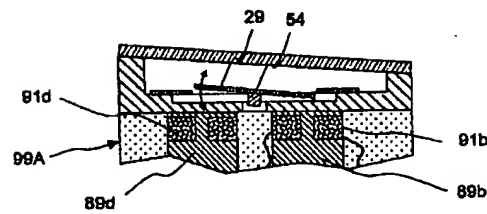
【図18】



【図19】



【図20】



## フロントページの続き

- (72)発明者 アンドリュー エス. ドウ  
アメリカ合衆国テキサス, プラノ, カーデ  
ィガン ドライブ 5829
- (72)発明者 デビッド アイ. フォアハンド  
アメリカ合衆国テキサス, ウィリイ, ラグ  
ナ サークル 10
- (72)発明者 デビッド エイ. クロジアー  
アメリカ合衆国マサチューセッツ, ノース  
アットルボル, ウェストフィールド ド  
ライブ 123

- (72)発明者 ツエン - フワン リン  
アメリカ合衆国テキサス, ダラス, ベンチ  
マーク ドライブ 18011
- (72)発明者 ジョン ダブリュ. オーカット  
アメリカ合衆国テキサス, リチャードソ  
ン, エヌ. チェインヌ ドライブ 1800
- (72)発明者 レオ エイ. プラウフ  
アメリカ合衆国マサチューセッツ, ディフ  
トン, スミス ストリート 1290
- (72)発明者 ジェームズ エイ. シスコ  
アメリカ合衆国ロードアイランド, エスモ  
ンド, ハリス ロード 2